

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии  
и техногенной безопасности

**Оценка потенциальной опасности цеха слива-налива едких веществ  
химически опасного объекта**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента (ки) 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Бессоновой Валерии Сергеевны

Научный руководитель

доцент, к.воен.н. доцент

должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

М.И. Иванюков

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2018

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие и интенсификация промышленных производств ведет к увеличению числа аварий и масштабов последствий, связанных с неконтролируемым выбросом токсичных или взрывоопасных веществ в атмосферу. В связи с этим возникает необходимость использования научно-обоснованных подходов для обеспечения безопасности людей. Составной частью управления промышленной безопасностью является анализ риска аварий, который предполагает получение количественных оценок потенциальной опасности промышленных объектов. Основу методологии риска составляет определение последствий и вероятности нежелательных событий.

**Целью выпускной квалификационной работы** является на основе анализа опасностей возникающих в цехе СНЕВ выработать рекомендации по повышению надежности эксплуатации технологического оборудования.

Задачи:

- изучить структуру данного цеха;
- выявление и расчет опасностей в цехе слива-налива едких веществ;
- рассчитать показатели индивидуального риска;
- выработать рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации технологического оборудования цеха СНЕВ.

Структура работы: введение, глава 1 - Краткая характеристика цеха слива-налива едких веществ, глава 2 - Оценка потенциальной опасности цеха слива-налива едких веществ, глава 3 - Мероприятия по повышению обеспечения безопасной эксплуатации объекта, заключение, список используемых источников, содержит 21 наименование.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Краткая характеристика цеха слива-налива едких веществ

Производство синильной кислоты и нитрила акриловой кислоты имеет в своем составе следующие цеха:

- цех получения СК и НАК;
- цех получения АЦГ;
- цех СНЕВ
- участок получения ацетиленов из карбида кальция;
- участок ПГН и ДЦС;

Товарно-сырьевая база (цех СНЕВ). Класс опасности – I.

- отделение пропилена;
- отделение аммиака;
- отделение ЛВЖ;

В цехе слива и налива едких веществ 83 единицы, в основном, емкостного оборудования для хранения опасных веществ.

В цехе СНЕВ обращается 9353 тонн опасных веществ, в том числе: аммиак – около 1700 тонн, НАК – около 2500 тонн, пропилен – 2800 тонн, ацетонциангидрин – около 2000 тонн.

В состав ПМЛА Цех СНЕВ входят:

- отделение пропилена и аммиака;
- отделение ЛВЖ (легковоспламеняющихся жидкостей) и подготовки цистерн;
- отделение приема, хранения и передачи едкого натра (каустической соды);
- отделение приёма, хранения и передачи серной кислоты и щёлочи.

#### Отделение пропилена и аммиака

Отделение пропилена и аммиака предназначено для:

- приема сжиженного пропилена, пропиленовой фракции и пропан-пропиленовой фракции из ж/д цистерн в резервуары хранения;

- передачи сжиженного пропилена, пропиленовой фракции и пропан-пропиленовой фракции из резервуаров хранения в Цех по производству синильной кислоты и нитрила акриловой кислоты (Цех СК и НАК);
- приёма сжиженного аммиака из ж/д цистерн в резервуары хранения;
- передачи сжиженного азотовоздухохолодоснабжения (УАВХС);
- приёма замасленного аммиака из УАВХС аммиака из резервуаров хранения в цех СК и НАК, Участок в резервуары хранения;
- передача аммиачной воды в цех СК и НАК.

### **Отделение ЛВЖ (легковоспламеняющихся жидкостей) и подготовки цистерн**

Отделение предназначено для:

- приема нитрила акриловой кислоты (НАК) из Цеха СК и НАК в резервуары хранения;
- приема ацетонитрила (АЦН) из Цеха СК и НАК в резервуары хранения;
- залива НАК, АЦН в ж/д цистерну, железнодорожные и автоконтейнеры;
- подготовки ж/д цистерн к ремонту, осмотру;
- передачи промывных вод в Цех СК и НАК, в Цех по производству цианистого натрия и дегазации цианистых соединений (Цех ПЦН и ДЦС) и в Цех нейтрализации и чистки промышленных сточных вод (ЦЕХ НОПСВ);
- слива уксусной кислоты из ж/д цистерны в емкости её хранения, приготовление 60%-ного раствора уксусной кислоты и передачи насосом в Цех СК и НАК.

Отделение ЛВЖ и подготовки цистерн введено в эксплуатацию совместно с отделением пропилена и аммиака.

На основании вышеуказанного проекта проведен монтаж узла слива, хранения и приготовления 60% уксусной кислоты.

### **Отделение приема, хранения и передачи едкого натра (каустической соды)**

Отделение предназначено для:

- слива натра едкого очищенного (каустической соды) из ж/д цистерны в резервуары, его хранения и передачи насосом в Цех ПЩН и ДЦС и Цех СК и НАК.

На основании вышеуказанных проектов проведена реконструкция по исключению из технологической схемы узла «Подготовки железнодорожных цистерн» и произведен монтаж «Отделение приема, хранения и передачи натра едкого (каустической соды) для Производства Цианида Натрия».

### **Отделение приёма, хранения и передачи серной кислоты и щёлочи**

Назначением отделения является прием серной кислоты технической в резервуары, серной кислоты улучшенной в резервуар и натра едкого в резервуары, их хранение и передачи цехам-потребителям.

### **Возможные аварии на территории цеха слива-налива едких веществ**

Наличие в технологическом блоке такого вещества, как пропилен, который является воспламеняющимся газом, создает опасность выброса опасного вещества при аварийной разгерметизации оборудования или трубопроводов, что может привести к взрывам газозвушных смесей, взрывам помещении, пожарам разлития на территории, пожарам разлития в помещении, пожарам-вспышкам. Наличие в технологическом блоке аммиака и нитрил акриловой кислоты, которые являются токсичными веществами, создают опасность возникновения загазованности помещений или образования токсичного облака, а наличие ацетонитрила и уксусной кислоты, которые являются горючими жидкостями, создают опасность выброса продукта, возникновение пожаров и взрывов.

Таблица 2 – Данные о блоках и количестве вещества, участвующего в создании поражающих факторов

Номер блока	Авария	Вещество, участвующее в аварии	Q <sub>0</sub> , т
1	2	3	4
1	Взрыв газозвушной смеси	Пропилен	2,08
	Пожар	Пропилен	20,8

2	Взрыв	Пропилен	0,09
	Пожар	Пропилен	0,36
	Вспышечный пожар	Пропилен	0,09
3	Взрыв	NH <sub>3</sub> сжиженный	0,081
	Загазованность	NH <sub>3</sub> сжиженный	0,081
	Токсичное облако	NH <sub>3</sub> сжиженный	0,5
4	Взрыв	NH <sub>3</sub> сжиженный	0,081
	Загазованность	NH <sub>3</sub> сжиженный	0,081
	Токсичное облако	NH <sub>3</sub> сжиженный	0,5
5	Взрыв	НАК	0,0633
	Пожар	НАК	640
	Загазованность	НАК	0,204
	Токсичное облако	НАК	0,633
6	Взрыв	АЦН	0,016
	Пожар	АЦН	64

### **Расчет образования токсичного облака и загазованности**

Основываясь на «Методике прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» были произведены расчеты главных опасных показателей цеха слива и налива едких веществ и сделаны выводы о том, что наибольшую угрозу представляет собой блок «Узел приема, хранения и выдачи нитрила акриловой кислоты (НАК)», особенно образование токсичного облака, так как в обороте участвует больше всего тонн опасного вещества, соответственно облако СДЯВ, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности будет превышать полученные значения остальных блоков в схеме.

### **Определение категорий взрывоопасности технологических блоков на основе расчета тротилового эквивалента взрыва парогазовой среды**

По расчетным данным относительных энергетических потенциалов  $Q_v$  и приведенной массе парогазовой среды устанавливаются категории технологических блоков. С учетом характеристики веществ и материалов,

расположенных в данных блоках цеха можно сделать вывод о том, что наибольшую опасность представляют собой блок приема и хранения пропилена, ПФ, ППФ и блок приема и хранения аммиака.

### **Расчет избыточного давления для горючих газов, паров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей**

Чтобы сделать вывод о характере деструкции аварийной ситуации на химически опасном объекте нужно знать, что один из главных параметров разрушительного действия взрыва является избыточное давление. Для выявления наибольшего поражающего действия во время аварии среди всех блоков, был произведен расчет избыточного давления и в соответствии с классификацией зон разрушения типовых зданий и оборудования сделаны выводы о возможных последствиях, а именно, что блок Вследствие всех расчетов можно сделать вывод о том, что блок приема и хранения пропилена, ПФ, ППФ имеет самую опасную категорию взрывоопасности, самый большой радиус зоны поражения, самое высокое избыточное давление и в случае аварии произойдет полное разрушение корпуса, при котором процент выживания равен практически нулю.

### **Расчет интенсивности теплового излучения при пожарах проливов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей**

Основным поражающим фактором при авариях с возникновением пожаров проливов, является тепловое излучение, как в площади горения, так и в некотором удалении от фронта пламени. Соответственно существуют пороговые значения интенсивности теплового излучения и расчетные расстояния удаления границ зон смертельного поражения при пожаре пролива, произошедшем в результате разгерметизации емкости.

Для расчета интенсивности теплового излучения и нахождения таких параметров как среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени, угловой коэффициент облученности и коэффициент пропускания атмосферы была разработана методика расчета в программе Microsoft Office Excel с использованием формул и дополнительных значений при отсутствии

данных. Было изучено влияние расстояния от очага поражения до допустимых значений интенсивности теплового излучения для различных степеней поражения человека и повреждения материалов.

На оценку интенсивности теплового излучения влияло в первую очередь размеры самого резервуара, в котором хранится пожароопасное вещество, так как чем больше диаметр емкости, вместе с защитной обваловкой, тем увеличивается расстояние от очага аварии до допустимых значений. Для упрощения поставленной задачи были построены графики для каждого значения площади излучения, выводом которых является тот факт, что с увеличением расстояния от очага аварии, уменьшается значение  $q$ .

### **Расчет вероятности возникновения аварий и индивидуального риска**

Оценка вероятности возникновения и анализ возможных сценариев развития аварий в самом опасном блоке №5 проведены с использованием метода анализа «дерева событий» выполненного с учетом справочных и литературных данных и основываясь на ПМЛА данного цеха. С помощью анализа дерева событий можно выявить пути развития аварии, которые вносят наибольший вклад в риск из-за их высокой вероятности или потенциального ущерба.

Одной из наиболее часто употребляемых характеристик опасности является индивидуальный риск – вероятность (или частота) поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых факторов опасности при реализации неблагоприятного случайного события.

Для оценки риска гибели человека при непрофессиональной деятельности пользуются понятием «приемлемый риск», за максимальную величину которого принято значение  $R = 10^{-6}$  за год. После расчетов можно сделать вывод о том, что человек находится относительно безопасной зоне ( $R = 10^{-4} - 10^{-3}$ ), поэтому требуется улучшение организационных мероприятий и технических средства, с целью обеспечить безопасность человека с определённой степенью вероятности.



## **Основные факторы и причины возникновения аварий в цеху слива-налива едких веществ**

Наиболее значимыми факторами, влияющими на показатели риска в цехе СНЕВ, являются:

- количество, взрывопожароопасные, токсичные и химические свойства опасных веществ;
- надежность используемого оборудования и систем противоаварийной защиты;
- профессиональная подготовка персонала.

Исходя из анализа аварийности опасных производственных объектов, все основные причины возникновения аварий можно объединить в три взаимосвязанные группы, характеризующиеся:

- разрушением (разгерметизацией) технологического оборудования, трубопроводов и арматуры и отказом систем противоаварийной защиты;
- ошибками, запаздыванием в принятии решений или бездействием персонала в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированными действиями персонала;
- внешними воздействиями природного и техногенного характера.

К внешним воздействиям природного и техногенного характера можно отнести:

- грозовые разряды и разряды от статического электричества;
- землетрясения;
- снежные заносы и аномальное понижение или повышение температуры воздуха;
- попадание оборудования в зону действия поражающих факторов аварий, произошедших на соседних объектах;
- преднамеренные действия (диверсия, террористический акт).

## **Мероприятия по повышению обеспечения безопасной эксплуатации объекта**

На данном объекте используют вещества разного класса токсической опасности, а именно аммиак сжиженный, пропилен, нитрил акриловой кислоты, уксусная и серная кислота и едкий натр. Многие из них являются коррозионно-активными веществами, поэтому в первую очередь важно повысить безопасную эксплуатацию резервуаров.

К группе оборудования для обеспечения надежной работы резервуаров и снижения потерь нефтепродуктов относятся:

- дыхательная арматура;
- приемо-раздаточные патрубки с хлопушкой;
- средства защиты от внутренней коррозии.

Обвалование резервуаров является одним из методов защиты и поэтому оно должно быть постоянно в исправности. Нарушение обвалования будет допускаться по согласованию с пожарной охраной в исключительных случаях, в связи с работами по прокладке или ремонту коммуникаций, доставке к резервуарам тяжелого оборудования.

Несомненно, нужно уделить внимание тому, что аварии могут произойти и на трубопроводах, которые предназначены для перекачки товара. Первичное разрушение, как правило, спровоцировано разрушением его участка в месте утонения под опорой вследствие атмосферной коррозии. Последовавшее за этим быстрое испарение среды приведет к образованию взрывоопасной газозвушной смеси, взрыву и формированию ударной волны. Если в данном случае аварийный трубопровод, который отключен установкой заглушки со стороны цеха не будет освобожден от продукта, то это создаст условия застойной зоны запорной арматуры. Обязательно каждый трубопровод должен быть оснащен средствами контроля за параметрами процесса, чтобы обеспечить взрывоопасность. Помимо трубопроводов, контроль необходим и за компрессорами, ведь есть возможность существенных отклонений от первоначального состояния (к примеру трещина в клапанной крышке).

Обязательна эксплуатация технического устройства, в особенности того, которое отработало нормативный срок службы.

Высокая опасность возникновения чрезвычайных ситуаций на ХОО требует обязательного повышения квалификации всех сотрудников данного предприятия, занятых в производственном процессе, независимо от своей должности. Повышение квалификации в данном случае будет являться подготовка кадров с целью усовершенствования знаний, умений и навыков.

На данный момент существуют несколько путей повышения квалификации руководящих кадров, такие как:

- тренинги;
- программирование;
- учебные групповые дискуссии;
- case-study (анализ конкретных, практических ситуаций);
- компьютерное обучение;

Весь персонал, работающий на ХОО должен быть ознакомлен с «Планом мероприятий локализации аварий (ПМЛА)». Тренировки должны быть неотъемлемой частью техники безопасности на производстве.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Для количественной оценки опасностей и риска возникновения аварий в цехе СНЕВ:

- проведен анализ возможных причин возникновения и развития аварий;
- оценены вероятности возникновения аварий на основании данных статистического анализа надежности работы оборудования, справочных литературных данных и экспертной оценки;
- рассмотрены и проанализированы схемы возможных сценариев возникновения и развития аварий;
- оценены зоны поражения людей при авариях, сопровождающихся выбросами опасных веществ.

Результаты проведенного анализа риска в цехе СНЕВ показали, что наиболее тяжелые последствия можно ожидать при развитии аварии по с выбросом аммиака и образованием токсичного облака на открытой площадке.

Из результатов анализа системы ПАЗ следует, что система ПАЗ в основном соответствует действующим требованиям промышленной безопасности, по отступлениям предложены мероприятия по дооснащению.

Персонал объекта оснащен всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты. Объект обеспечен необходимыми средствами локализации и ликвидации аварий в полном объеме и в достаточном количестве для локализации аварии в соответствии с Оперативной частью уровня «А».